

## **2. Основы обработки металлов резанием**

*Обработка металлов резанием* необходима, для того чтобы металлическая заготовка приобрела требуемую форму и размеры, ее поверхность была заданного качества, т.е. чтобы заготовка стала деталью. Делают это при помощи различного инструмента на металлорежущих станках.

*Обдирочные операции* – предварительные.

*Финишные операции* – окончательные. Финишные операции называют *тонкой* или *чистовой* обработкой. Высокое качество поверхностей (особенно трущихся) имеет большое значение: от этого зависит *долговечность* изделия.

*Основы теории резания металлов* были заложены в конце XIX – начале XX в.

*Главный вопрос теории резания, с какой скоростью станок должен снимать стружку, чтобы стойкость резца была достаточной, так как при больших скоростях резания резец нагревается, его режущая часть размягчается и может совсем выйти из строя. Чтобы этого не случилось, резец в процессе обработки необходимо охлаждать.*

*Выбор подходящего способа охлаждения также одна из задач теории резания. Но и охлаждение помогает не всегда, а иногда даже вредит: от нагрева и охлаждения металл растрескивается.*

*Следовательно, выбирая наилучший режим обработки детали, теории резания приходится учитывать и свойства материала изделия, и качество, форму и размеры инструмента, и условия резания, и требования к качеству поверхности и т. д.*

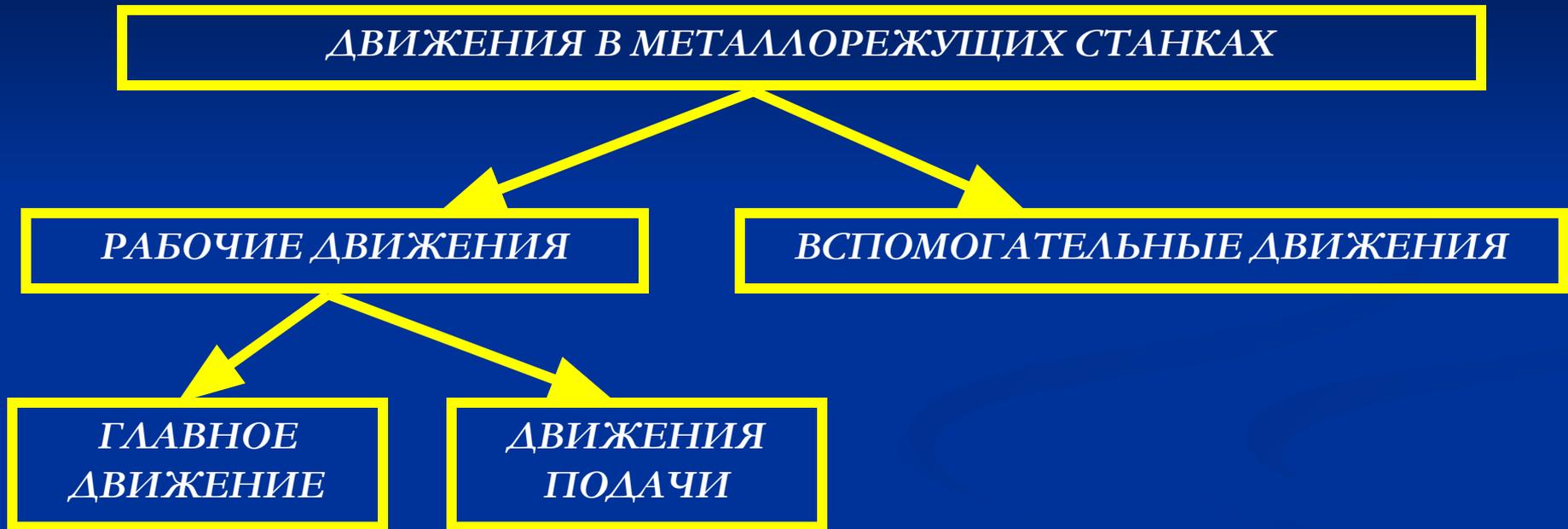
## 2.1. Основные понятия процесса резания

*Обработка металлов резанием – технологический процесс обработки заготовки, путем снятия с ее поверхности слоя металла в виде стружки, осуществляемый режущими инструментами на металлорежущих станках с целью получения необходимой геометрической формы, точности и чистоты поверхности детали.*

*Закономерности обработки металлов резанием рассматриваются как результат взаимодействия системы станок – приспособление – инструмент – деталь (СПИД).*

*Для осуществления процесса резания необходимо относительное движение заготовки и режущего инструмента, для чего используются металлорежущие станки. Относительные движения заготовки и инструмента осуществляются при помощи рабочих органов металлорежущих станков.*

## 2.2. Движения рабочих органов металлорежущих станков



*Рабочие движения* – это движения, при которых с обрабатываемой заготовки срезается слой металла и её состояние изменяется.

*Главное движение* определяет скорость отделения стружки – скорость резания  $V$ .

Оно может быть *непрерывным* и *прерывистым*, а по своему характеру: *вращательным, поступательным, возвратно-поступательным*.

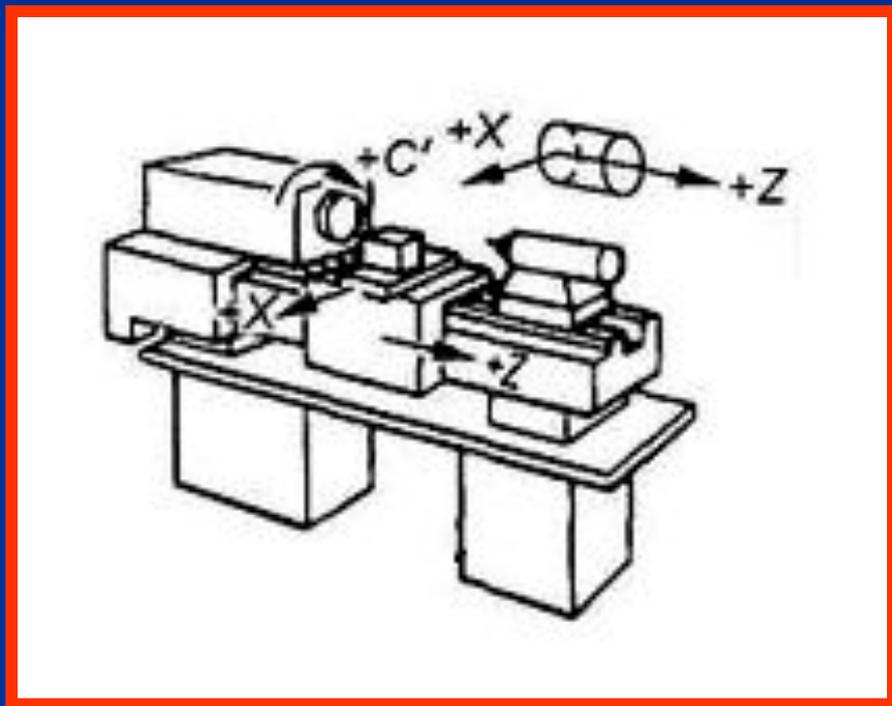
Главное движение может совершать и заготовка и инструмент.

*Движение подачи* –  $S$  обеспечивает непрерывность процесса отделения стружки и также может быть *непрерывным* и *прерывистым*, а по характеру *вращательным, поступательным, возвратно-поступательным*.

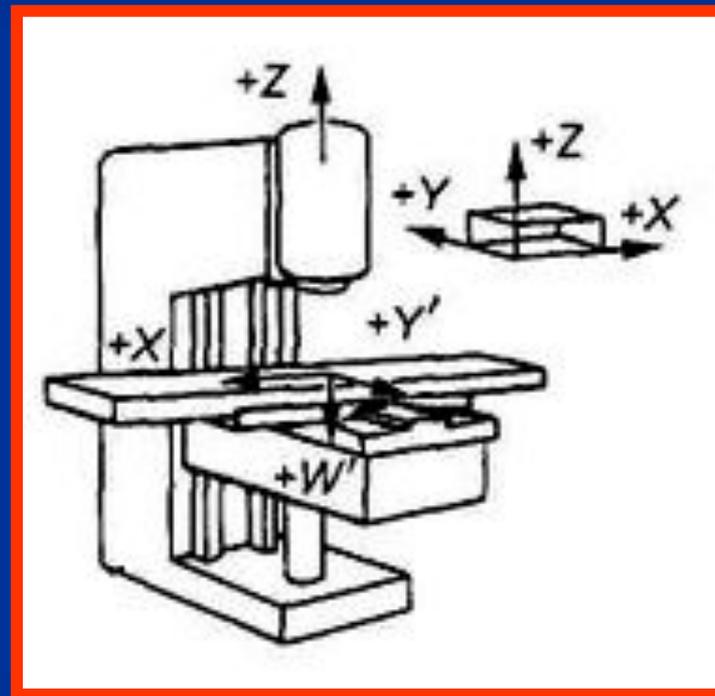
*Вспомогательные движения* – закрепление заготовки или инструмента, движения транспортировки, переключения скоростей резания и подачи и т. п.

*Обозначение осей координат и направлений движения рабочих органов в станках*

*токарно-винторезный*



*продольно-фрезерный  
вертикальный*



## 2.3. Основные виды обработки металлов резанием

### Обработка лезвийным инструментом

#### Точение:

обтачивание,  
расточивание,  
подрезание,  
разрезание.

#### Обработка инструментом:

сверление,  
зенкерование,  
развертывание,  
фрезерование,  
строгание,  
долбление,  
протягивание,  
резьбонарезание,  
зубонарезание,

осевым

#### Шлифование:

круглое,  
плоское,  
внутреннее,  
бесцентровое,  
резьбошлифование,  
зубошлифование

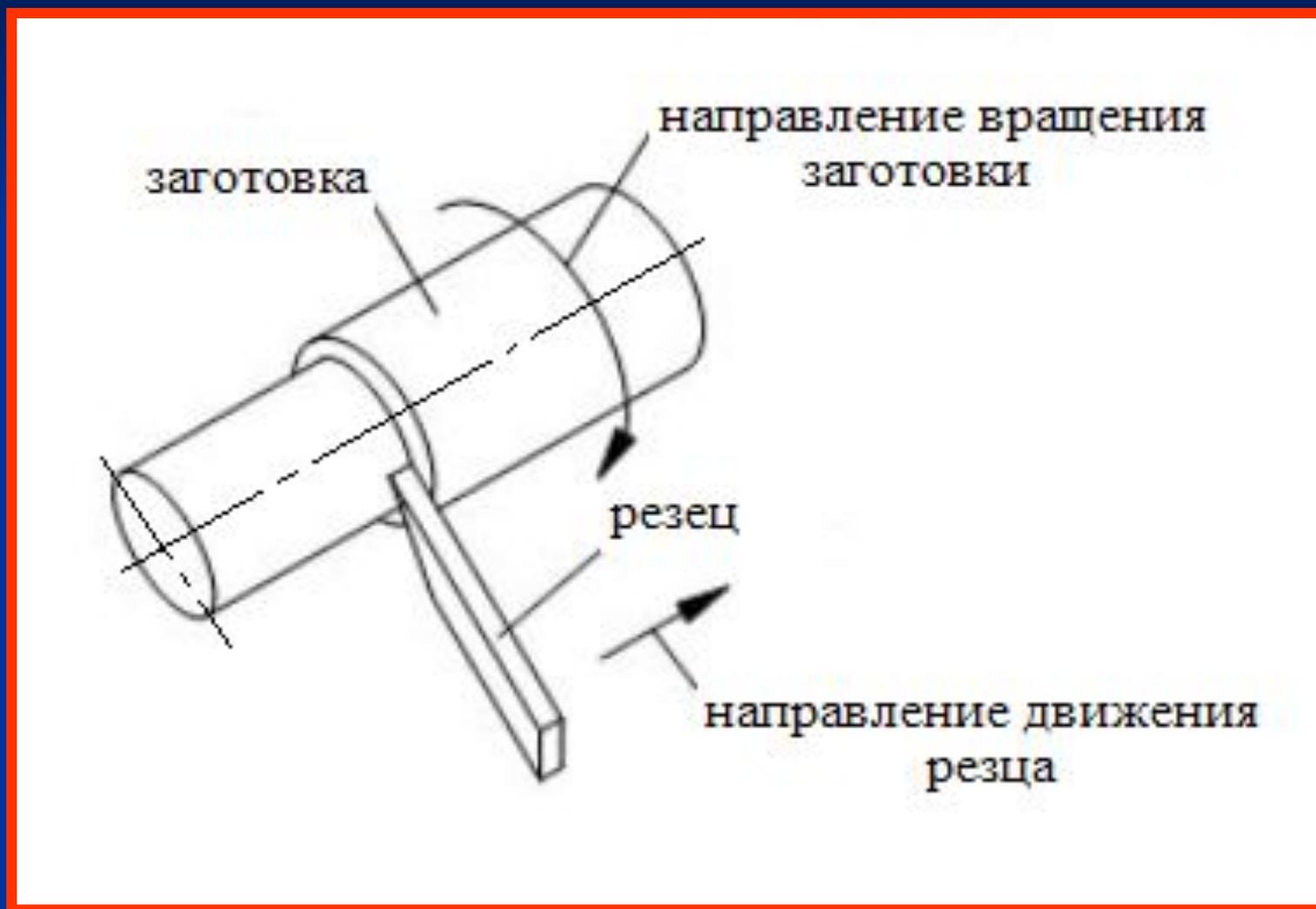
#### Доводка:

притирка,  
хонингование,  
суперфиниширование,  
абразивно-жидкостная  
обработка

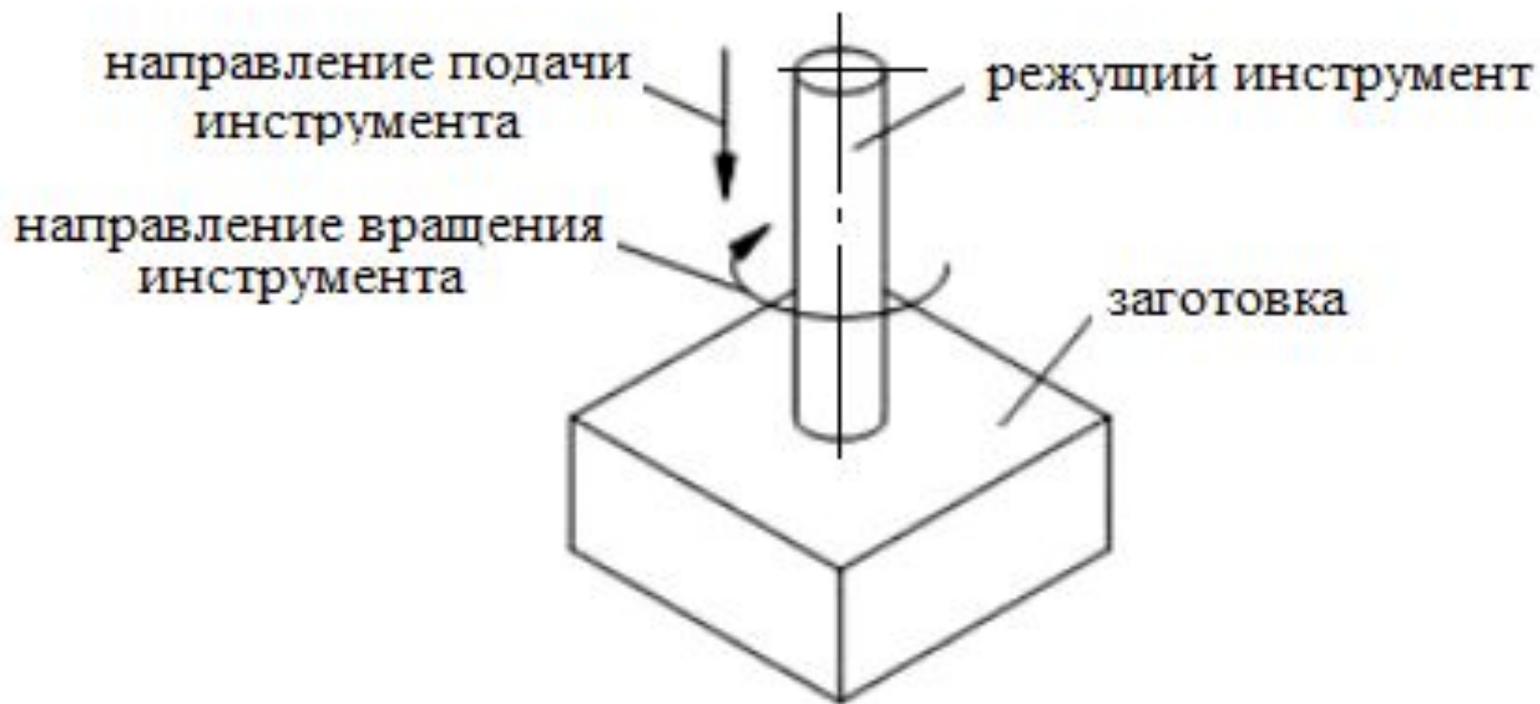
#### Электрофизические методы обработки:

электроэрозионная,  
электрохимическая,  
ультразвуковая,  
лучевая,  
плазменная,  
химическая,  
анодно-механическая

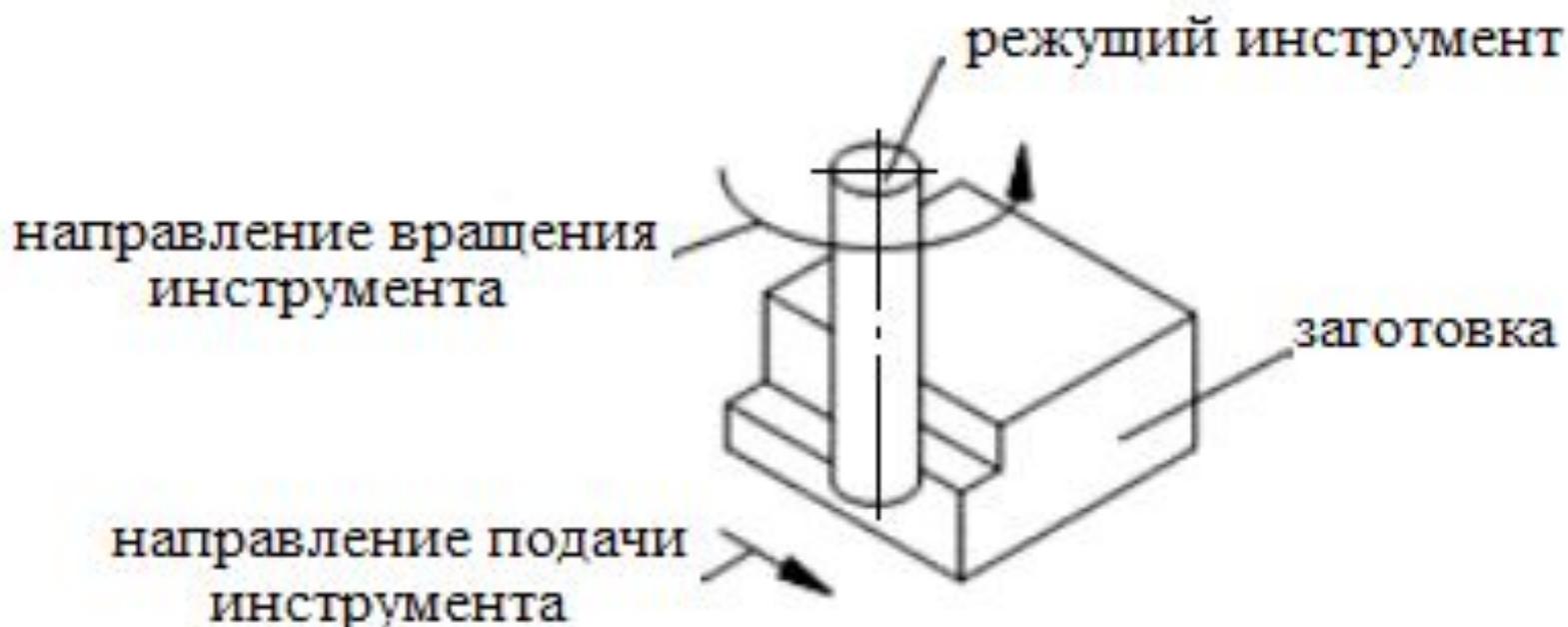
При **точении** главное движение вращательное – совершает заготовка, а движение подачи – поступательное совершает резец вдоль оси заготовки или перпендикулярно оси заготовки.



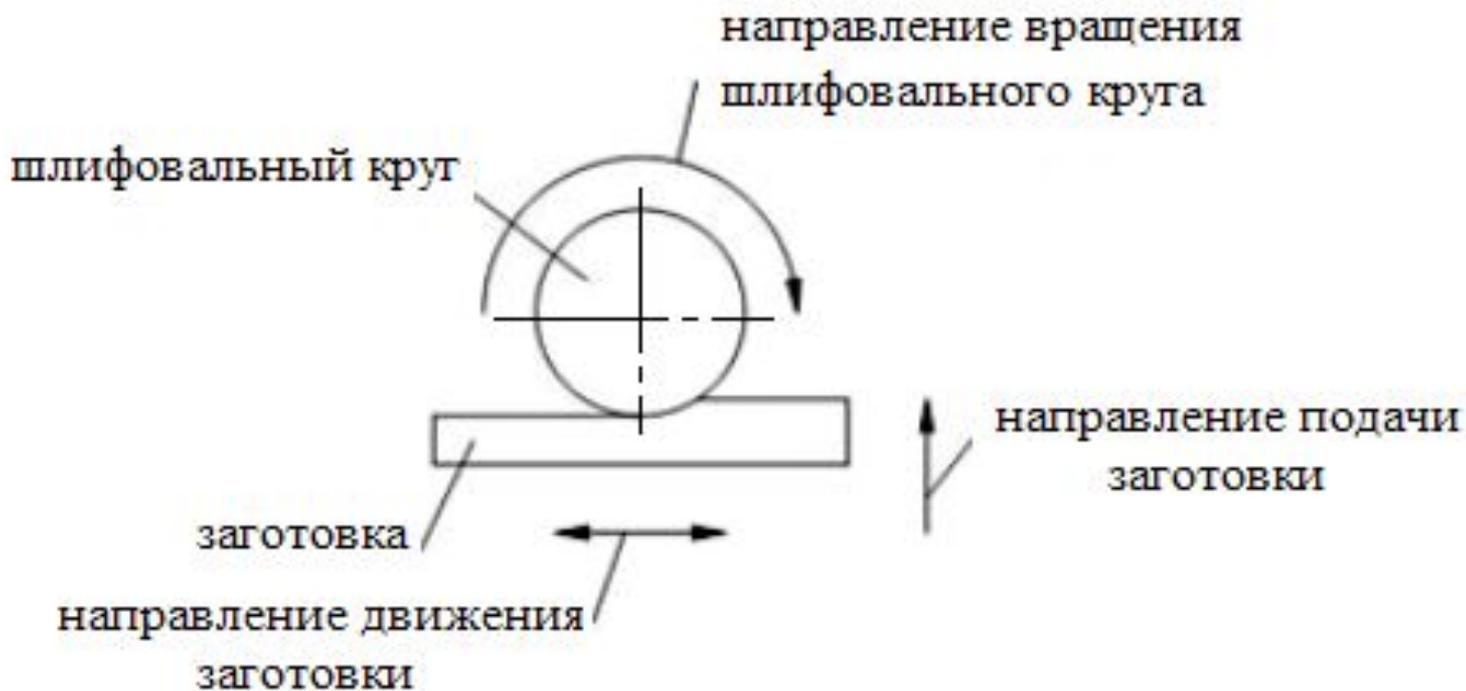
При *сверлении* заготовка, как правило, неподвижна, а сверло или другой инструмент для обработки отверстия (зенкер, развертка) получают вращательное движение и подачу.



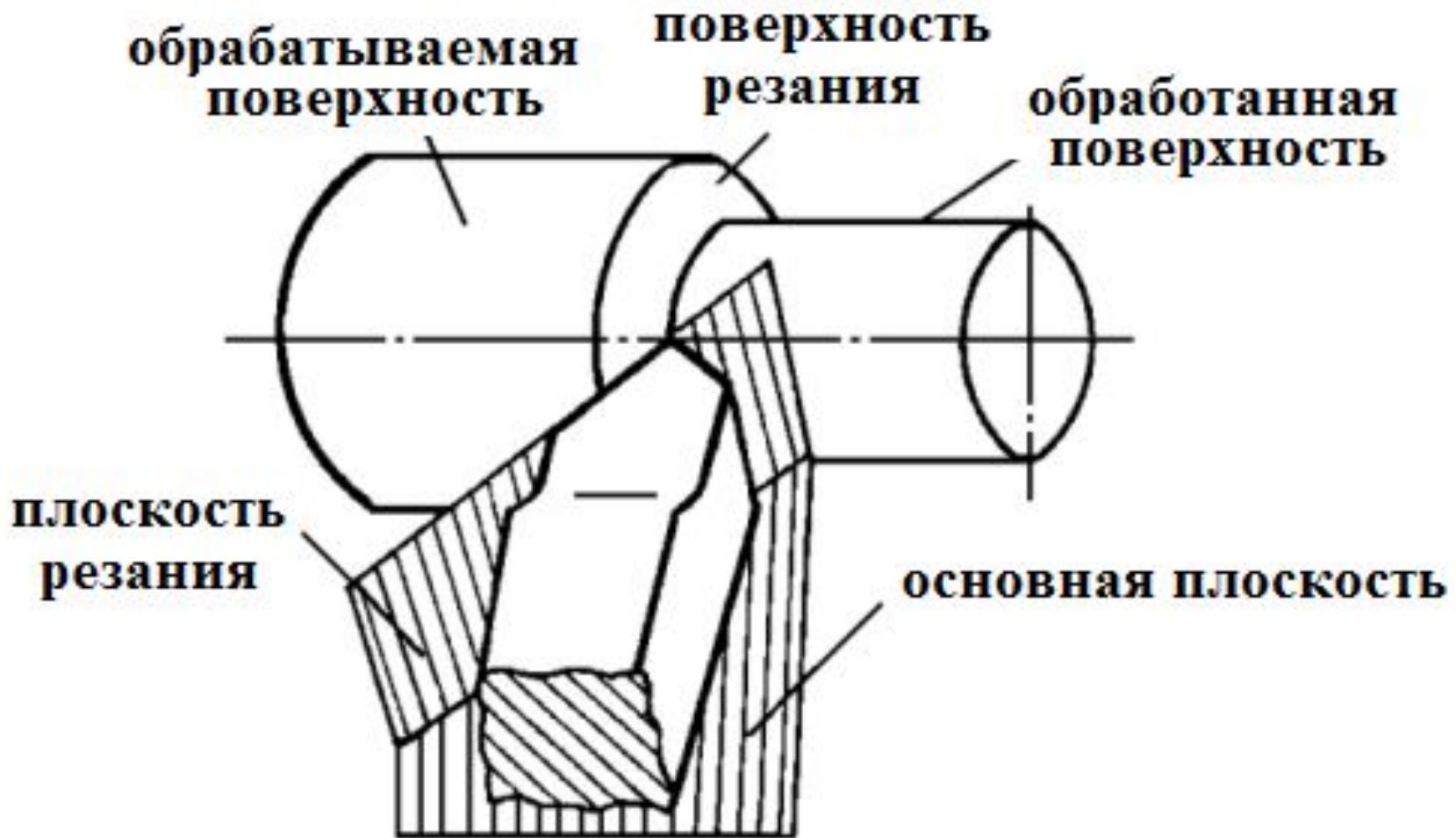
*Фрезерование производится при одновременном быстром вращении многолезвийного инструмента – фрезы и медленном перемещении заготовки. Фрезерованием можно изготавливать плоскостные детали, зубчатые и резьбовые поверхности, и тела вращения.*



**Шлифование** производят при быстром вращении режущего инструмента (шлифовального круга) и относительно медленном вращении заготовки. Продольной подачей является возвратно-поступательное движение заготовки вдоль своей оси. Шлифование обеспечивает получение поверхностей тел вращения, фасонных и плоских поверхностей с высокой точностью и малой шероховатостью. Шлифование применяют для обработки деталей в закаленном состоянии.



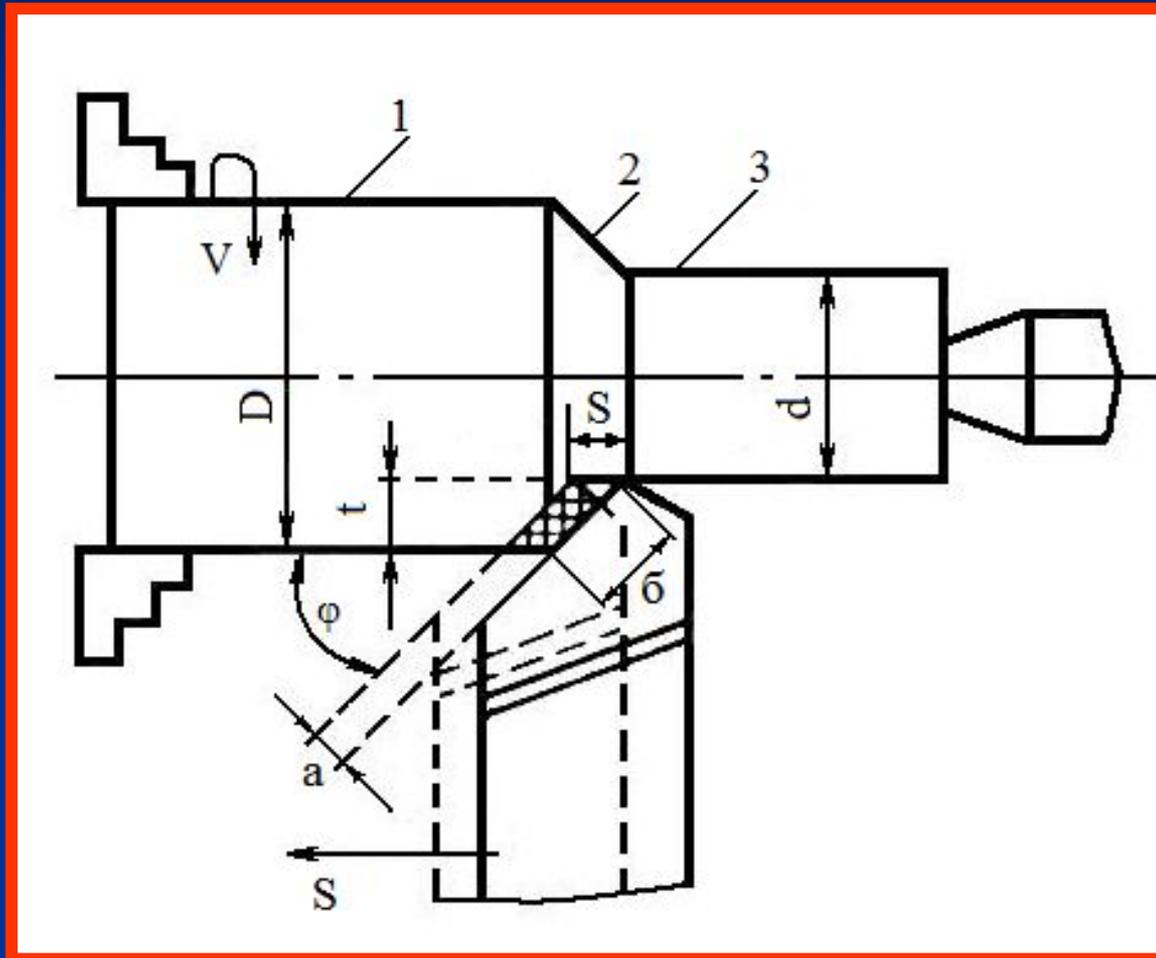
## 2.4. Поверхности и плоскости процесса резания



- ❑ *обрабатываемая поверхность, с которой срезают слой материала (припуск);*
- ❑ *обработанную поверхность – поверхность, с которой срезан слой материала;*
- ❑ *поверхность резания, переходная поверхность между обрабатываемой и обработанной поверхностями, образуется главной режущей кромкой (лезвием) инструмента;*
- ❑ *основная плоскость, параллельная направлениям продольной и поперечной подачам;*
- ❑ *плоскость резания, проходит через главную режущую кромку, касательно к поверхности резания заготовки.*

## 2.5. Режимы резания

Любой вид обработки металлов резанием характеризуется **режимом резания**, представляющим собой совокупность следующих основных элементов: скорость резания  $V$ , глубина резания  $t$  и подача  $S$ .



## *Элементы режима резания при точении:*

*1 – обрабатываемая поверхность;*

*2 – поверхность резания;*

*3 – обработанная поверхность;*

*$D$  – диаметр обрабатываемой заготовки;*

*$d$  – диаметр детали после обработки;*

*$a$  и  $b$  – толщина и ширина срезаемого слоя;*

*$\phi$  – главный угол в плане.*

*Скорость резания  $V$  – скорость инструмента или заготовки в направлении главного движения, в результате которого происходит отделение стружки от заготовки.*

*Обычно скорость резания измеряется в м/мин, но при шлифовании и полировании – в м/с.*

*При вращательном главном движении скорость резания рассчитывается по формуле:*

$$V = \frac{\pi \cdot D \cdot n}{1000} \quad \text{м/мин,}$$

*где  $D$  – диаметр заготовки, мм.*

*$n$  – частота вращения заготовки, об/мин.*

*При возвратно-поступательном главном движении скорость резания рассчитывается по формуле:*

$$V = \frac{L \cdot t \cdot (k + 1)}{1000} \quad \text{м/мин}$$

*где L – расчётная длина хода резца, мм;*

*t – число двойных ходов резца в минуту (рабочего и холостого);*

*k – коэффициент отношения скорости рабочего и холостого ходов.*

**Подача  $S$**  – это путь точки режущего лезвия инструмента относительно заготовки в направлении движения подачи за один оборот или за один двойной ход заготовки или инструмента.

**В зависимости от метода обработки подача может быть:**

продольной –  $S_{пр}$ ;

поперечной –  $S_{п}$ ;

вертикальной –  $S_{в}$ ;

наклонной –  $S_{н}$ ;

круговой –  $S_{кр}$ ; и измеряется в мм/об (точение, сверление), мм/дв. ход (строгание, долбление), мм/мин (фрезерование).

$$S_{мин} = S \cdot n \quad \text{мм/об}$$

**Например,** при точении скоростью резания называется скорость перемещения обрабатываемой заготовки относительно режущей кромки резца (окружная скорость) в м/мин, подачей – перемещение режущей кромки резца за один оборот заготовки в мм/об.

*Глубина резания  $t$ , мм – это расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностями заготовки, измеренное перпендикулярно к последней, за один рабочий ход инструмента относительно обрабатываемой поверхности.*

*Глубина резания всегда перпендикулярна направлению подачи.*

*Глубина резания при точении цилиндрической поверхности:*

$$t = \frac{(D-d)}{2} \quad \text{мм}$$

*где  $D$  – диаметр заготовки, мм;*

*$d$  – диаметр детали, мм.*

*В сечении срезаемого слоя металла рассматриваются такие элементы резания (физические параметры), как толщина срезаемого слоя  $a$  и ширина срезаемого слоя  $b$ .*

*Толщина срезаемого слоя  $a$  – расстояние между двумя последовательными положениями главного режущего лезвия инструмента за один полный оборот заготовки.*

$$b = \frac{t}{\sin\varphi}$$

*Ширина срезаемого слоя  $b$  – расстояние между обрабатываемой и обработанной поверхностью, измеренное по поверхности резания.*

$$a = S \cdot \sin\varphi$$

*Толщина срезаемого слоя  $a$  и ширина срезаемого слоя  $b$  – их величина при постоянных  $t$  и  $S$  зависит от главного угла в плане  $\varphi$ .*